

N

DERWENT-ACC-NO: 1985-075310  
DERWENT-WEEK: 198513  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Spring-linked adjustment device for optical  
coupling - uses necked  
torsion bars as hinge between pivot arms

INVENTOR: BACHUS, E J; MENOW, D

PATENT-ASSIGNEE: HERTZ H INST NACHR[HERTN]

PRIORITY-DATA: 1983DE-3331817 (September 1, 1983)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES	MAIN-IPC	
DE 3331817 A	March 21, 1985	N/A
014	N/A	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
DE 3331817A	N/A	1983DE-3331817
September 1, 1983		

INT-CL (IPC): F16F001/16; G02B007/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3331817A

BASIC-ABSTRACT: The device comprises a spring linkage with  
torsion spring  
elements tensioned on both sides. The spring elements are  
each provided by a  
necked bar (1) with a tensioning section either side of the  
necked section and  
are used to provide the hinge coupling between two pivot  
arms (5,7).

The bar (1) has a circular cross-section with a series of  
necked sections along  
its length, spaced by intermediate tensioning sections.

ADVANTAGE - Adjustment in all three orthogonal directions  
to order of + or - 1

degree.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/4

TITLE-TERMS:

SPRING LINK ADJUST DEVICE OPTICAL COUPLE NECK TORSION BAR  
HINGE PIVOT ARM

DERWENT-CLASS: P81 Q63 V07

EPI-CODES: V07-G02; V07-G10;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1985-056359



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 33 31 817.4  
㉑ Anmeldetag: 1. 9. 83  
㉒ Offenlegungstag: 21. 3. 85

㉗1 Anmelder:

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin  
GmbH, 1000 Berlin, DE

㉗2 Erfinder:

Menow, Dietmar; Bachus, Ernst-Jürgen, Dr.-Ing.,  
1000 Berlin, DE

⑤4 Federgelenk für kleinste Schwenkwinkel und dessen Verwendung bei Justiervorrichtungen zur Feinsteinstellung der optischen Kopplung

Federgelenk für kleinste Schwenkwinkel und dessen Verwendung bei Justiervorrichtungen zur Feinsteinstellung der optischen Kopplung.

Für monomodale optische Systemkomponenten der optischen Nachrichtentechnik - Laser, Monomodefaser - sind spezielle Justiervorrichtungen noch nicht handelsüblich. Verstellvorrichtungen, soweit diese z. B. allgemein für optische Zwecke konzipiert sind, eignen sich zwar im Prinzip, sind aber allgemein sehr teuer. Bekannte und handelsübliche feinmechanische Bauelemente für Gelenkkonstruktionen sind ebenfalls teuer und dazu kaum geeignet.

Vorrichtungen für Feinsteinstellungen, bei denen translatorische Bewegungen in allen drei Raumrichtungen durch zusammengesetzte Schwenkbewegungen in jeweils einer Raumrichtung ersetzt oder angenähert werden können, erfordern Winkelbewegungen von ca.  $\pm 1^\circ$ . Diese lassen sich mittels Federgelenken erzielen, bei denen gemäß der Erfindung gekerbte Stäbe (1) mit Spannstellen (2) beiderseits einer Kerbe (3) als Verbindungs-, Führungs- und Torsionsfederelement zwischen schamierartig verbundenen Schwenkarmen (5, 7) Verwendung finden.

Fig.1

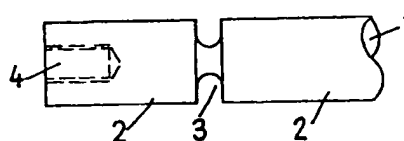
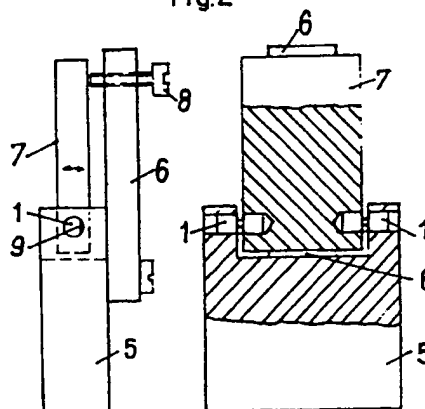


Fig.2



01 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHTENTECHNIK BERLIN  
GMBH 01/0983 DE

Patent-/Schutz-Ansprüche

05

1. Federgelenk für kleinste Schwenkwinkel, insbesondere für Feinsteinstellvorrichtungen, mit beidseitig eingespanntem Torsionsfederelement,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
10 einen Stab ( 1 ) mit mindestens einer Kerbe ( 3 ), als Verbindungs-, Führungs- und Federelement des Gelenks.
2. Federgelenk nach Anspruch 1,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
15 einen Rundstab ( 1 ) und als abgerundete Einstiche ausgebildete Kerben ( 3 ).
3. Federgelenk nach Anspruch 1 oder 2,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
20 einen Rundstab ( 1 ) beliebiger Länge mit einer Vielzahl von Kerben ( 3 ).
4. Federgelenk nach Anspruch 3,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
25 gleichmäßig über die Länge des Rundstabes ( 1 ) verteilte Kerben ( 3 ) und Spannstellen ( 2 ).
5. Federgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
30 eine Verdrehsicherung ( 9 ) an einer Spannstelle ( 2 ).
6. Federgelenk nach Anspruch 5,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine Fase als Verdrehsicherung ( 9 ).

- 01 7. Federgelenk nach Anspruch 5,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine Riffelung als Verdrehsicherung ( 9 ).
- 05 8. Federgelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
einen Stab ( 1 ) aus Chrom-Nickel-Stahl, insbesondere  
aus X 12 CrNi 18/8.
- 10 9. Verwendung von Federgelenken nach einem der Ansprü-  
che 1 bis 8  
f ü r  
eine Justiervorrichtung ( 10 ) zur Feinsteinstellung  
der optischen Kopplung zwischen aktiven und/oder passi-  
15 ven Elementen der optischen Nachrichtentechnik, insbe-  
sondere zwischen einem Halbleiterlaser und einem faser-  
förmigen Lichtwellenleiter ( 16 ).

01 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHTENTECHNIK BERLIN  
GMBH 01/0983 DE

Federgelenk für kleinste Schwenkwinkel und dessen  
05 Verwendung bei Justiervorrichtungen zur Feinsteinstellung  
der optischen Kopplung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Federgelenk für  
kleinste Schwenkwinkel, insbesondere für Feinsteinstell-  
10 vorrichtungen, mit beiseitig eingespanntem Torsionsfe-  
derelement sowie auf dessen Verwendung für eine Justier-  
vorrichtung zur Feinsteinstellung der optischen Kopp-  
lung zwischen aktiven und/oder passiven Elementen der  
optischen Nachrichtentechnik, insbesondere zwischen ei-  
15 nem Halbleiterlaser und einem faserförmigen Lichtwellen-  
leiter.

In der optischen Nachrichtentechnik gewinnen Monomode-  
Systeme zunehmend an Bedeutung. Zu den dabei zu lösen-  
20 den Problemen gehört die Einkopplung der vom Laser  
emittierten Strahlung in den Lichtwellenleiter. Dies  
erfordert infolge der Abmessungen von rechteckigen oder  
quadratischen Abstrahlflächen bei Halbleiter-Monomode-  
lasern mit Kantenlängen zwischen etwa  $0,5\text{ }\mu\text{m}$  bis  $5\text{ }\mu\text{m}$   
25 und Kerndurchmessern von Monomodefasern von ebenfalls  
etwa  $5\text{ }\mu\text{m}$  sehr hohe Präzision, nämlich eine Einstellge-  
nauigkeit von etwa  $0,5\text{ }\mu\text{m}$ .

Für monomodale optische Sender sind derart fein ein-  
30 stellbare Justiervorrichtungen bisher nicht handelsüb-  
lich. Es sind allerdings Präzisions-Manipulatoren mit  
 $0,5\text{ }\mu\text{m}$  und  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  Vortrieb (Fa. Dr. Kubelik OHG, Karls-  
ruhe), Justierfassungen und Spiegelhalter mit kardä-  
nisch aufgehängten Innenfassungen (Fa. Spindler & Hoy-

- 01 er, Göttingen) sowie weitere Konstruktionen erhältlich,  
die zwar von der Einstellempfindlichkeit her durchaus  
in Betracht kommen, aber an sich für andere optische  
Anwendungsgebiete gedacht sind. Hierauf dürfte z. B.  
05 auch zurückzuführen sein, daß derartige bekannte Ein-  
richtungen sowohl verhältnismäßig teuer als auch ins-  
besondere großvolumig sind.

- Für Lagerstellen, bei denen ein Zapfen nur eine gerin-  
10 ge Drehung, beispielsweise um maximal  $\pm 7,5^\circ$  oder  
 $\pm 15^\circ$  oder  $\pm 30^\circ$ , ausführt, dafür aber große Querkräf-  
te oder Stöße aufgenommen werden müssen, sind als Bau-  
elemente sogenannte Kreuzfedergelenke, unter anderen  
der Firma TELDIX GmbH, Heidelberg, handelsüblich. Sol-  
15 che Kreuzfedergelenke bestehen aus zwei ineinander  
drehbaren Hülsen, die über zwei rechtwinklig zueinan-  
der stehende Blattfedern miteinander verbunden sind.  
Häufig finden auch drei Federn Anwendung. Ihr Einzel-  
preis - bei der kleinsten handelsüblichen Größe, je  
20 nach Stückzahl - liegt übrigens zwischen ca. DM 115,--  
und ca. DM 80,--.

- Bei Kreuzfedergelenken soll die Resultierende der äuße-  
ren Belastung immer längs einer Federlage gerichtet  
25 sein. Sie sind außerdem verhältnismäßig "weich", d. h.  
mit einer Federkonstanten von z. B. 9 Ncm/Radiant, das  
entspricht 16 pcm/Grad, reicht das Rückstellmoment ei-  
nes solchen Federelements nicht aus, um an relativ lan-  
gen Hebeln einer FeinEinstellvorrichtung stabile Ver-  
30 hältnisse zu schaffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabenstellung zugrunde, eine  
Gelenkkonstruktion bereitzustellen, mit der translati-  
onische Bewegungen in allen drei Raumrichtungen jeweils

01 durch zusammengesetzte Schwenkbewegungen in einer Raum-  
richtung ersetzt oder zumindest angenähert werden kön-  
nen, wobei mit geringem Herstellungsaufwand eine leicht  
05 handhabbare, spielfreie und stabile mechanische Ver-  
stellung im  $\mu$ m-Bereich ermöglicht werden soll. Gemäß  
der Erfindung wird dies bei einem Federgelenk der ein-  
gangs genannten Art erreicht durch einen Stab mit min-  
destens einer Kerbe, als Verbindungs-, Führungs- und  
Federelement des Gelenks.

10

Für die Einstellempfindlichkeit, die bei der der Erfin-  
dung zugrundeliegenden Aufgabenstellung gefordert wird,  
reichen Winkelbewegungen von etwa  $\pm 1^\circ$  aus. Gelenke,  
die auf diese Weise mit jeweils einem Paar scharnierar-  
15 tig verbundener Arme oder Platten zusammen wirken, las-  
sen nur die beabsichtigte Schwenkbewegung zu. Axiale  
Verschiebungen treten nicht auf, und auch Durchbiegun-  
gen lassen sich bei koaxialer Anordnung von mindestens  
zwei derartigen Gelenken an einem Arm oder einer Platte  
20 praktisch ausschließen. Die Schwenkbewegung, die ein  
solches Gelenk zuläßt, ist auf einen Punkt fixierbar,  
nämlich den Drehpunkt, der auf der Stabachse dort  
liegt, wo in der Kerbe der Durchmesser am kleinsten  
ist. Das Drill- oder Rückstellmoment ergibt sich an  
25 dieser Querschnittsfläche infolge reiner Torsion aus  
den Abmessungen und den Materialwerten. Da entsprechend  
den erforderlichen kleinen Winkelbewegungen der Elasti-  
zitätsbereich nicht verlassen wird, tritt auch bei  
Lastwechseln keine Hysterese auf.

30

Wie bei Federgelenken allgemein üblich, arbeiten die  
gekerbten Stäbe bei Ausführungsformen nach der Erfin-  
dung wartungsfrei. Es treten nur die innerhalb des Ma-



- 01 terials hervorgerufenen Spannungen auf. Im Gegensatz  
zu herkömmlichen Federgelenkelementen, bei denen das  
Moment zur Erzeugung des Schwenkwinkels meist eine un-  
05 tergeordnete Rolle spielt, ist dieses Moment bei Fe-  
dergelenken gemäß der Erfindung von wesentlicher Be-  
deutung, zumal infolge der "kurzen" Federlänge. Inso-  
fern unterscheidet sich ein gekerbter Stab, der tor-  
diert wird, auch von sonst üblichen Torsionsfedergelen-  
ken, die z. B. als äußerst empfindliche Drehsystemlage-  
10 rungen in Form von Torsionsbändern oder -drähten aus  
Metall oder von Torsionsfäden aus Quarz Verwendung fin-  
den.

Die Spannstellen eines Torsionsfederelements bei Aus-  
15 führungsformen nach der Erfindung befinden sich jeweils  
eng nebeneinander, nur durch eine Kerbe getrennt. Bei  
bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung handelt es  
sich dabei um Rundstäbe und als abgerundete Einstiche  
ausgebildete Kerben. Für die Funktion als Federelement  
20 ist dabei der Durchmesser des Stabes an der Kerbe so-  
wie die Form der Kerbe maßgeblich. Für die Funktion als  
Verbindungselement sind auch die Abmessungen der Spann-  
stellen wichtig. Diese sollten, allein schon aus Grün-  
den der Handhabbarkeit, im Durchmesser möglichst nicht  
25 unter 5 mm liegen. An der Kerbe kann der Durchmesser  
durchaus bis auf 2 mm zurückgehen. Der Krümmungsradius  
der abgerundeten Kerbe kann z.B. 0,5 mm, die Breite  
der Kerbe entsprechend 1 mm betragen.

- 30 Wie bereits weiter oben schon erwähnt ist, sind aus  
Gründen der Biegefestigkeit häufig mehrere, mindestens  
zwei koaxiale Federgelenke vorzusehen. Für scharnier-  
artig miteinander verbundene Schwenkarme oder Schwenk-

- 01 platten ergibt sich eine besonders günstige Ausführungsform der Erfindung mit einem Rundstab beliebiger Länge mit einer Vielzahl von Kerben. Dies gilt in zweierlei Hinsicht. Einmal kann von einem solchen Rund-
- 05 stab für zwei oder mehrere einzelne Gelenke jeweils sehr leicht ein entsprechendes Stück als Verbindungs-, Führungs- und Federelement abgetrennt werden, zum anderen kann auch ein längeres Stück nach Art eines Klavierbandes vorgesehen werden. Insbesondere für solche
- 10 Zwecke ist es sinnvoll, wenn dazu gleichmäßig über die Länge des Rundstabes Kerben und Spannstellen verteilt sind.

Im Hinblick auf die in einem Bauelement vereinigten

15 Funktionen als Verbindungs-, Führungs- und Federelement kommt bei Ausführungsformen der Erfindung einer Verdreh-sicherung an einer Spannstelle erhebliche Bedeutung zu. Hierfür können besondere Elemente, z. B. Schrauben, Stifte oder dergleichen vorgesehen werden. Besonders

20 vorteilhaft sind aber auch eine Fase oder eine Riffelung an den Spannstellen. Bei einer Riffelung braucht übrigens - im Gegensatz zu einer Fase - keine bestimmte Lage der miteinander scharnierartig zu verbindenden Schwenkarme oder -platten beachtet zu werden.

25

Während für herkömmliche Torsionsfederelemente besonderes Federmaterial, z.B. Au-Ni, Pt-Ni, Cu-Sn (Sn-Bz), Cu-Be (Be-Bz) verwendet wird, kann bei Ausführungsformen der Erfindung ein gekerbter Stab aus Chrom-Nickel-

30 Stahl, insbesondere X 12 CrNi 18/8, bestehen. Dies ist für Ausführungsformen nach der Erfindung aus mehreren Gründen von erheblicher Bedeutung. Das erwähnte, spezielle Federmaterial ist nicht nur teurer als Edelstahl,

01 es läßt sich auch nicht so leicht bearbeiten. Weiter-  
hin sind die Änderungen des Drillmoments mit der Tempe-  
ratur je nach Werkstoff unterschiedlich, und es können  
05 infolge elastischer Nachwirkungen Veränderungen auftre-  
ten, die sich allerdings nach mehr oder weniger kurzer  
Zeit verlieren. Da Feinsteinstellvorrichtungen übli-  
cher Weise im wesentlichen aus ferritischen Metallen  
bestehen und die Materialeigenschaften ähnlich oder  
gleich denen bei Chrom-Nickel-Stahl sind, können Aus-  
10 wirkungen von Temperatureinflüssen bei solchen Ausfüh-  
rungsformen nach der Erfindung wesentlich leichter be-  
herrscht werden.

Gemäß der Erfindung finden die erläuterten Federgelenke  
15 mit gekerbten Stäben als Verbindungs-, Führungs- und  
Federelemente Verwendung bei Justiervorrichtungen zur  
Feinsteinstellung der optischen Kopplung zwischen akti-  
ven und/oder passiven Elementen der optischen Nachrich-  
tentechnik, insbesondere zwischen einem Halbleiterlaser  
20 und einem faserförmigen Lichtwellenleiter. Dies gilt  
vor allem für monomodale optische Komponenten und Sy-  
steme, auf der Sende- sowie auch auf der Empfangsseite,  
z.B. für Faserkoppler eines optischen Heterodyn-Empfän-  
gers.

25 Die Verwendbarkeit derartiger Federgelenke mit gekerb-  
ten Stäben - oder auch Stäben mit Querschnittsverjün-  
gungen größerer axialer Länge, sofern kein fixierter  
Drehpunkt erforderlich ist - als Verbindungs-, Füh-  
30 rungs- und Torsionsfederelement bleibt aber allgemein  
auf kleinste Schwenkwinkel in der Größenordnung von  
1 Grad beschränkt. Für koaxiale Torsionsfedergelenk-  
konstruktionen ist außerdem die einfache Möglichkeit

01 einer Aufteilung auf mehrere hintereinander geschaltete  
und auch abwechselnd mit entgegengesetztem Drehsinn be-  
anspruchte Teil-Elemente vorteilhaft.

05 In der Zeichnung sind schematisch Ausführungsformen  
der Erfindung dargestellt. Dabei zeigen:

Fig. 1: ein beidseitig einspannbares Torsions-  
federelement;

10 Fig. 2: in Ansicht und im Seitenriß ein Schwenk-  
armepaar mit zwei coaxialen Torsions-  
federgelenken;

Fig. 3: ein Verbindungs-, Führungs- und Torsi-  
onsfederelement für ein Gelenk mit einer  
15 Vielzahl von Spannstellen und Kerben  
und Fig. 4: in perspektivischer Darstellung eine  
Feinststellvorrichtung für Schwenkbewegungen um zwei zueinander senkrechte  
Raumachsen.

20

Das in Fig. 1 dargestellte Torsionsfederelement besteht  
aus einem zylindrischen Stab 1 mit zwei Spannstellen 2  
an den Enden und einer Rundkerbe 3 zwischen den Spann-  
stellen. In einer der Spannstellen 2 ist ein Sackloch 4  
25 vorgesehen, in das zum Herausziehen des Federgelenkele-  
ments aus seinen Spannlöchern ein Bolzen eingesetzt  
werden kann. An den beiden Spannstellen 2 werden jeweils  
scharnierartig Gelenkarme, Hebel o. a. befestigt, so daß  
die Bewegung bei einem Schwenkwinkel von etwa  $\pm 1^\circ$  um  
30 einen fixierten Drehpunkt, auf der Achse des Stabes 1  
an der schwächsten Stelle der Kerbe 3, erfolgt.

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Schwenkarmepaar ist ein

- 01 schwenkbarer Hebel 7 mittels zweier coaxialer Federge-  
lenke mit Torsionsfederelementen 1 an einer festste-  
henden Platte 5 axial unverschiebbar gehalten und ge-  
führt. Gegen das Drillmoment, das bei einer Schwenkbe-  
05 wegung auftritt, sind Winkelverstellungen des Hebels 7  
in Richtung des eingezeichneten Pfeiles um ca.  $\pm 1^\circ$   
möglich. Eine stabile mechanische Verstellung des He-  
bels 7 erfolgt mittels der Stellschraube 8 am Stell-  
arm 6, der fest mit der Platte 5 verbunden ist, gegen  
10 die mit Vorspannung eingesetzten Torsionsfederelemen-  
te 1. Ein Fase 9 ist zur Verdrehsicherung vorgesehen.  
Der Hebel 7 kann als ein- oder zweiarmiger Hebel einge-  
setzt werden, d.h. das Objekt, das mit dieser Vorrich-  
tung feinst eingestellt werden soll, ist in der Nähe  
15 der Drehachse am Hebel 7 anzuordnen. Für die coaxiale  
Anordnung und Einspannung der Torsionsfederelemente 1  
im Hebel 7 kann dort eine Durchgangsbohrung vorgesehen  
sein. Die Darstellung mit Sacklöchern wurde hier nur  
aus Gründen besserer Übersichtlichkeit gewählt.
- 20 Das in Fig. 3 dargestellte Verbindungs-, Führungs- und  
Torsionsfederelement 1 ist ein Stab beliebiger Länge,  
bei dem gleichmäßig Spannstellen 2 und Kerben 3 über  
die gesamte Länge verteilt sind. Ganz nach Bedarf kön-  
25 nen hiervon Torsionsfederelemente 1 mit n Spannstellen 2  
und n-1 Kerben 3,  $n \geq 2$ , abgetrennt werden, insbesondere  
klavierbandartige Scharniere hergestellt werden. Der  
Durchmesser an den Spannstellen 2 sollte nicht kleiner  
als ca. 5 mm sein. Die Kerben 3 haben einen Krümmungs-  
30 radius von ca. 0,5 mm bis zu einigen mm. Der Durchmes-  
ser an der schwächsten Stelle einer Kerbe 3, der die  
formbedingten Federeigenschaften bestimmt, sollte etwa  
2mm oder auch kleiner sein.

- 01 Die Darstellung einer Feinststellvorrichtung 10 in  
Fig. 4 ist hauptsächlich zur Veranschaulichung der  
Funktionsweise gedacht. An einer örtlich festen Grund-  
platte 11 ist um eine Achse parallel zur Längsachse der  
05 Grundplatte 11 mittels einer Stellschraube 13 ein Zwi-  
schenhebel 12 schwenkbar mit Hilfe zweier - sichtbar  
ist nur eines - Verbindungs-, Führungs- und Torsions-  
federelemente 1 angeordnet. Gegenüber dem Zwischenhe-  
bel 12 ist der zweiarmige Hebel 14 ebenfalls mit Hilfe  
10 zweier gekerbter Stäbe 1, von denen nur einer sichtbar  
ist, um eine Achse parallel zur Querachse der Grund-  
platte 11 schwenkbar. Diese beiden möglichen Schwenk-  
bewegungen um zwei zueinander senkrechte Raumachsen so-  
wie eine rein translatorische Verschiebung z.B. einer  
15 Monomodefaser in der Nut 17 in Richtung der dritten  
Raumachse ermöglichen eine genaue Justierung der  
Stirnflächen dieser und einer als örtlich feststehend  
anzusehenden weiteren Faser 16. Eine Grobjustierung  
kann zuvor durch entsprechende herkömmliche Mittel er-  
20 folgen, d.h. durch Verstellungen der Grundplatte 11  
gegenüber der Halterung der Faser 16 bzw. umgekehrt.  
Die Feinsteinstellung der optischen Kopplung mit einer  
Vorrichtung 10 nach dem dargestellten Prinzip kann  
nicht nur zwischen zwei passiven sondern ebenso auch  
25 zwischen einer aktiven Komponente, z.B. einem Laser,  
und einer passiven Komponente erfolgen.

---

HIERZU 2 Blatt ZEICHNUNGEN

---

Fig.1

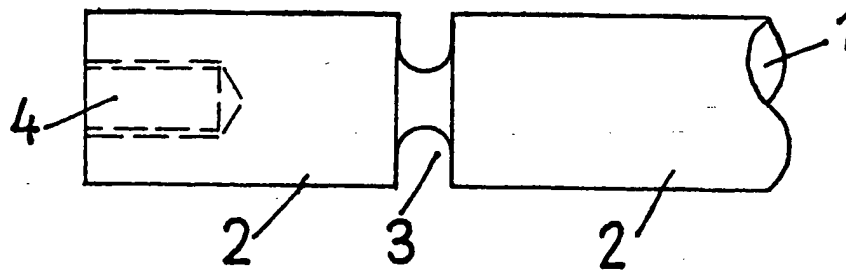


Fig.2

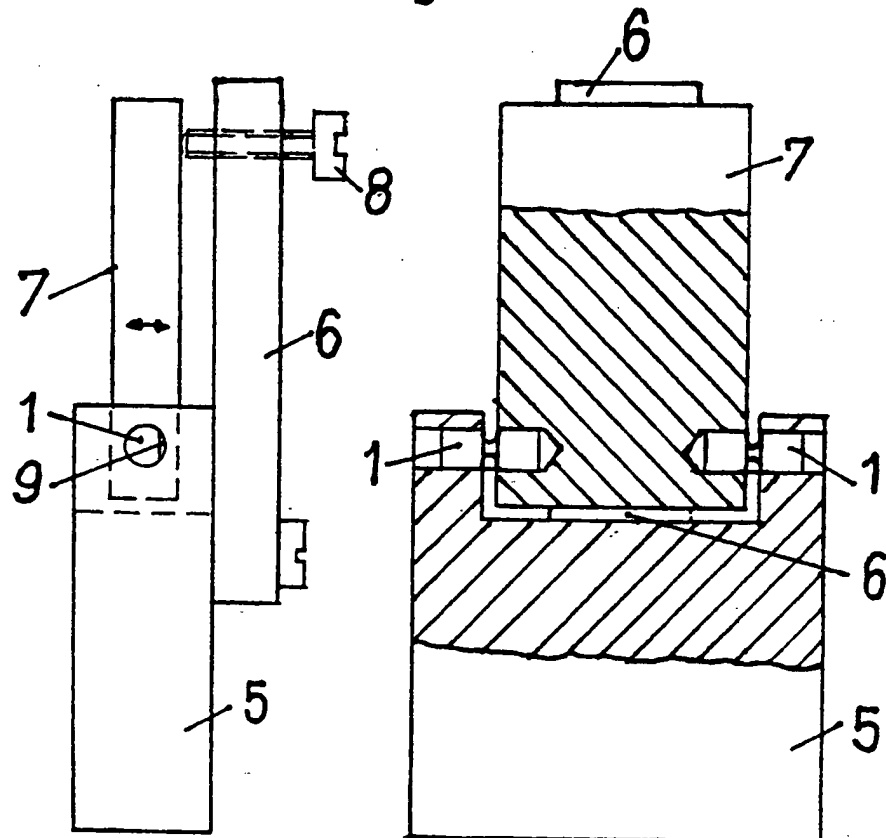


Fig.3

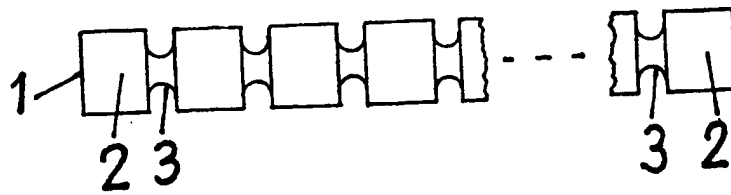


Fig.4

